ISSN　1348-6527

日本機械学会　産業・化学機械と安全部門　Industrial, Chemical Machinery & Safety Division

INDUSTRIAL, CHEMICAL MACHINERY & SAFETY

産業・化学機械と安全部門ニュースレター　No.26　April 2011

■巻頭言：グローバル化と安全の方法論 ～ものづくりと安全知の発信

部門長、NPO安全工学研究所
加部　隆史

　昨今の世界的な経済・財政状況は回復軌道にありながらも、まだ予断を許さない状況です。この20年の間、急速なグローバル化が進み、ICT産業の技術進化に伴い、産業構造は多様化・加速化しており、多くの人達がその動態に戸惑いを感じています。

　産業構造は、自動車産業に代表されるクローズ・フルセット・垂直統合型に加え、ICT産業にみられるオープン・モジュール化が顕著になり、日本の得意としたものづくりの先行きに必ずしも確信を持てない状況になっています。それに伴い、ものづくりの現場は高コスト体質の日本から近隣アジア諸国等へシフトしており、産業空洞化の問題も顕著化しています。アメリカの戦略的・継続的なイノベーション政策と並び、欧州ではEUの科学技術政策の一環としてFramework Program 7が、2007に開始され凡そ６兆円（日本の約６倍）の予算が計上され、製品・サービス・社会制度などについての並びに標準化作業が実施され、それにはBRICS諸国もこのオープンイノベーションへ参加しています。世界のトップクラスにあった一人当たりの日本のGDPは、今日OECD諸国或いはEU諸国の平均を下回り、スイスの経済研究所IMD発表の競争力ランキングでは2010年に第27位へ転落しています。社会福祉の充実と向上を図るには、あらたな視点から産学官によるイノベーションの推進は必要条件となります。

　事故の要因となる危険源を設計段階で事前に処理するという安全の概念と方法論を適用しようとしても、日本では新たな設備投資が凍結し、モノづくりの現場が空洞化してきているなかで、あらたな適用を考える必要性が出てきています。日本は、製造業のGDPに占める割合は現在２割程度で、７割以上が第三次産業のサービス業となっています。

　そこで、新たに多様化する顧客満足を満たす為、サービスの概念に注目し、当部門で昨年４月にSafety Service Engineering（SSE）研究会を立ち上げ、これまで10回の研究会を重ねてきました。当研究会では、サービスを基軸とした新たな概念の創出に挑むと共に、安全を設計論の一部とみなし、設計のフロントローディングを実施し、機械の全ライフサイクルを通し顧客満足を得るためには、設計段階における安全の暗黙知から形式知への転換による知識化を重要とみなし、それにより安全をやってコスト高になるという概念を払拭し、経済効果が生まれることを事例研究等により検証しています。これら、安全の新たな概念と方法論を生み出すことにより、日本発のものづくりと安全知の世界への発信を目指しています。本年７月に開催される安全工学シンポジウムは当学会が幹事学会を務め、６月には講習会、９月の年次大会、11月の部門研究講演発表会等でも、SSE研究会の成果を発表してゆきます。

　どこまでやれば安全かという安全目標は、明確に定められておらず、その為当部門から提案した〈新産業としてのサービスロボットにおける安全設計の妥当性判断基準〉につき、日本機械学会の学会基準を策定すべく、原案作成委員会が招聘され、作業を開始しました。

　これらあらたな安全に係わる活動を実践するため、第88期に続き、第89期でも部門長を継続する事になりました。部門の活動を支えて下さる運営委員の皆様、学会事務局の皆様、並びにSSE研究会に参画頂いた皆様には大変お世話になりました。これから１年又宜しくご協力頂く様お願い申し上げます。

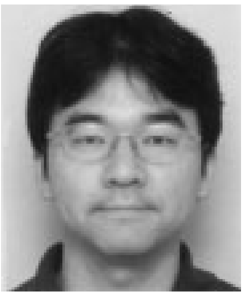
目次

巻頭言	NPO安全工学研究所	加部　隆史	1
解説　過信を招かない高信頼度な安全技術へ	筑波大学	伊藤　誠	2
解説　事故分析手法PFAについて	福岡大学	加藤　勝美	3
解説　安全関連系エンジニアリングの現状と動向　(社)日本電機工業会 Safety PLC-WG主査	富士電機システムズ(株)	戸枝　毅	4
解説　海難審判裁決録DBを用いた海難事故対策の検討へ	独立行政法人　海上技術安全研究所	伊藤　博子	5
リレー投稿　33　ユーザーの視点から見た設計者によるリスクアセスメント	(有)森山技術士事務所	森山　哲	6
リレー投稿　34　リスクに関する感性	東京農工大学	中村　昌允	8
リレー投稿　35　テキスタイルと丸編機	(株)福原精機製作所	武内　俊次	10
行事報告　研究発表講演会・講習会・トワイライトセミナー・機械の日・市民フォーラム			12
会員の声			15
会告一覧			16
部門賞・部門表彰募集のお願い			16

解　　説

過信を招かない高信頼度な安全技術へ

筑波大学リスク工学専攻
伊藤　誠



機械の知能が高くなると、人はその機械を過剰に信頼・依存するようになることがある。過信したというと、いかにもその人が悪いという感じがし、個人に帰属される問題にみえる。しかし、過去の航空機事故をみると、ベテランのパイロット、特に優秀でテストパイロットも務めるような人でさえ、自動化システムへの過信や過度な依存を起こしているケースが確認できる。人間が自動化機械を使うという文脈の中では、過信の問題を個人の問題として片付けるのは必ずしも適切ではない。

自動車の運転支援技術は1990年代に入って本格的な開発が進められるようになってきたが、90年代後半に実用化の目処が立ってくると、人と機械の関係に注目が集まった。そこで、原子力発電プラント、航空機などの大規模複雑システムにおいて経験してきた自動化にまつわる諸問題とその対策法から学ぶべく、様々な取り組みがなされた。

今から振り返ってみれば、80年代後半から90年代初頭にかけては、認知システム工学という学問領域がほぼ確立した頃にあたり、人間中心の自動化という重要な概念が構築されるとともに、人と機械との関係を「信頼」というキーワードで考えることの重要性が認知された。90年代の後半になると、これらの概念は、より一般の人間機械系に浸透し始め、いまや、人間中心という言葉は製品の広告にも使われるほどでもある。

以上のような経緯によって、自動車の運転支援技術は、認知システム工学の影響を色濃く受けている。この傾向は全世界的に見られるが、とくに日本において強いというのが筆者の実感である。そのことは、国土交通省が中心となって産官学の連携によって進められている先進安全自動車（ASV）のプロジェクトの「基本理念」と「運転支援の考え方」をみれば一目瞭然である。とくに、過信に関しては、運転支援の考え方の中で「4. ドライバーの過信を招かないように配慮した設計をすること」と明記されている。

「過信を招かないような配慮」の端的な例が、「衝突被害軽減ブレーキ」である。衝突被害軽減ブレーキとは、前方の車両との衝突が不可避なときに自動的にブレーキをかけ、衝突時のエネルギーを減少させることによって被害を小さくしようとするものである。衝突をしないように自動的にブレーキをかけようと思ったら不可能ではないのに、あえて衝突回避ではなく、衝突被害軽減のためのブレーキとしたのである。その理由の一つとして実用化が始まる当時に説明されたのは、「現在のシステムでは、人間並みにあらゆる場面で的確な認知・判断・操作を行うことはできない。システムによって、『衝突の手前で車両停止する』ようにすると、ドライバーに『このシステムはいつでも衝突する前に止まってくれる』との過信を与え制動操作がおろそかになる可能性がある」ということであった。

日本が過信の問題に特に過敏であるのは、旅客機の事故で過信に起因するものがあったというだけではない。90年代前半にエアバッグが普及し始めた当時、SRSエアバッグを「シートベルトの代替品」として理解し、シートベルトをせずにエアバッグに頼り、衝突時にエアバッグの展開によって内臓破裂するなどの事例が相次いだという苦い経験があったことも理由の一つであろう。その結果、「羹に懲りて膾を吹く」ような対応になってしまっていた感は否めない。衝突回避ブレーキの機能を有するCity Safety（Volvo社）が日本に上陸した際、日本の運転支援技術の開発関係者が受けた衝撃は誠に大きく、まさに黒船の来襲であった。日本の自動車メーカでは、その後、ご存知のようにスバルからEyeSight 2 が発売され、「ぶつからないクルマ」として非常に大きな注目を集めている。

日本において「ぶつからないクルマ」が認められるようになった背景には、停止制御時の減速度を不快なまでに大きくするなどによって、ドライバがそのシステムに頼りたくないと思わせるという「過信を招かない配慮」をしていることになるとの解釈がなされるようになったからである。現時点ではやむをえないが、不快な制御をすることによって過信を招かないという論理は、最終的な理想の姿とは言えないだろう。

これまでに実用化された衝突回避ブレーキは、低速度領域でしか機能できない。より機能を高めた衝突回避技術の開発は今も続いているが、スマートで、なおかつ過信を招かないシステムをいかに確立するかが課題といえよう。

解　説

事故分析手法PFAについて

福岡大学工学部化学システム工学科
加藤　勝美

（社）日本機械学会産業・化学機械と安全部門の運営委員である吉田敬介九州大学教授より本頁に執筆する機会を頂いた。ここでは、著者が前職時代（（独）産業技術総合研究所安全科学研究部門）に検討したPFAと呼ばれる事故分析手法について解説する。

事故分析手法PFAは、Progress Flow Analysisの頭文字をとって命名された事故事例の時系列分析手法である。（独）産業技術総合研究所の事故事例データベース「リレーショナル化学災害データベース」[1]では、文章による事故内容の説明に加えて、内容理解を促す目的で「事故進展フロー図」と呼ばれる図を用いて事故事例を表現しているが、この図を作成すること自体が事故分析となり得るという考えの下、手法確立に向けて検討が重ねられ、2007年頃から事故分析手法PFAとして提案している。現在までに様々な事故分析手法が提案されているが、本事故分析手法は、事故時に起きた事象を１列のフロー図に整理し分析を行う点に特徴がある。

図１に分析結果の一例を、簡単な実施手順を下に列挙する。詳細な実施手順については既報[2]を参照されたい。

（１）事故事象の時系列整理
（２）原因の推定
（３）対応策の考案
（４）グループ討議

手順（１）では、分析対象とする事故で起きた事象を時系列に沿って配列し、図１Ａ欄に記述する。前述のように、本事故分析手法は、１列のフロー図を使った分析手法であるため、ここに記述する事象は、人および装置の動作、状態など全てを指す。手順（２）では、それぞれの事象に対して、問題や不具合などの有無を検討し、問題のある事象に対しては、その原因を人、設備、組織などの観点[3]から抽出し、図１Ｂ欄に記述する。手順（３）では、（２）で抽出した事故原因それぞれに対する対応策を考案し、図１Ｃ欄に記述する。一方、基本的に手順（１）-（３）は、１名の分析者が行なうため、分析者の経験や知識の違い、あるいは、先入観などにより分析結果が異なることがある。このため、最後の手順（４）として、様々なバッググランドを持つ複数名により、分析結果に関する討議を行うことを推奨している。

このように、事故分析手法PFAは、複雑な論理記号を使った分岐、あるいは、人物毎などに事象を分けることなく１列のフロー図に基づいて分析する手法であるため、実施手順としては比較的単純であることに加え、時系列で細分化された事象それぞれに対する原因・問題点を検討することから、多角的に事故を分析できる。また、分析結果として得られるフロー図は、事故内容を端的に表現できることから、事故事例の表現方法として用いることができる。最近では、本事故分析から得られるフロー図を用いた、Eラーニングシステムの開発[4]などが行なわれており、教育教材としての活用も試みられている。

産業災害抑止に向けて、過去の事故事例を活用することの重要性は認識されている一方、膨大な事故報告書から事故の本質を抽出する、あるいは、少ない事故情報の行間を読み取ることは、至難であると考えられる。このような場合に本事故分析手法を活用し、各社、各人の安全に活かして頂ければ幸いである。

（参考文献）
（１）リレーショナル化学災害データベース、
　　http://riodb.ibase.aist.go.jp/riscad/
（２）加藤勝美、和田有司ら、第32回2010産業安全対策シンポジウム、pp.S１-３-１ －S１-３-15（2010）.
（３）K.Katoh, Y.Wada et al., Proc. Loss prevention 2010, Vol.2, pp.89-95（2010）.
（４）和田有司、加藤勝美ら、安全工学シンポジウム2009講演予稿集、pp.290-293（2009）.

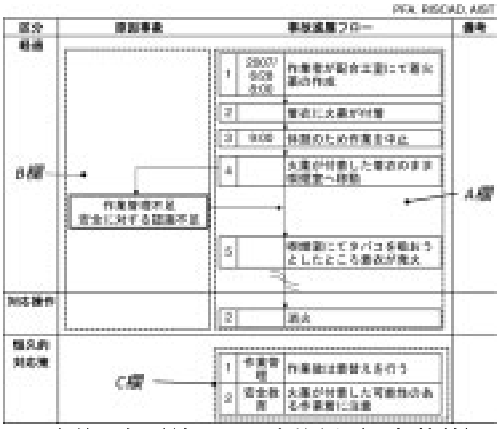


図1　事故分析手法PFAの実施例（一部抜粋）[1]

解　説

安全関連系エンジニアリングの現状と動向

（社）日本電機工業会 Safety PLC-WG主査　富士電機システムズ株式会社
戸枝　毅

1．はじめに

ア．人は間違える、物は壊れる。イ．それを前提に、設置から廃棄までの使い方＝機械・設備の仕様を決め、危険源を同定し、リスクの見積と評価を行い、リスクが許容範囲でなければ、ウ．①本質的安全設計、②防護方策・付加保護方策、③使用上の情報、の３ステップメソッドでリスクを削減する。これらの安全基本原則＝安全要求仕様について、機械・設備の製造者、およびそれに使用される安全機器の製造業者は、安全関連系エンジニアリングへの投資を続けてきた。

2．安全関連系エンジニアリングの現状

一方で、国内の機械・設備使用者側における安全は、OSHMSに代表される労働安全衛生活動により担保されてきた。そこに、2007年７月末、厚生労働省労働局長通達「機械の包括的な安全基準に関する指針」が発行され、使用者側においても国際安全規格の普及が促進された。2009年の厚生労働省調査によれば、上記イ、リスクアセスメント（RA）実施の対象である全国4,214事業所の内、80%弱がRAを実施済みまたは実施予定としている。実際に、2010年初め頃から安全規格に関する問い合わせが急増している（図１）。また、NECA※1業務委員会の統計によると、2010年度の安全機器出荷金額は、過去最高を記録する勢いである。さらに、2006年度以降、安全PLCの出荷が急増しており、機械安全に機能安全を加えた「安全関連系エンジニアリング」の需要が拡大している（図２）。

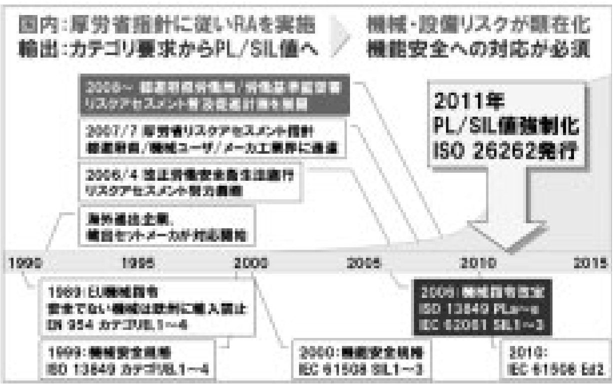


図１　安全規格と市場の動向

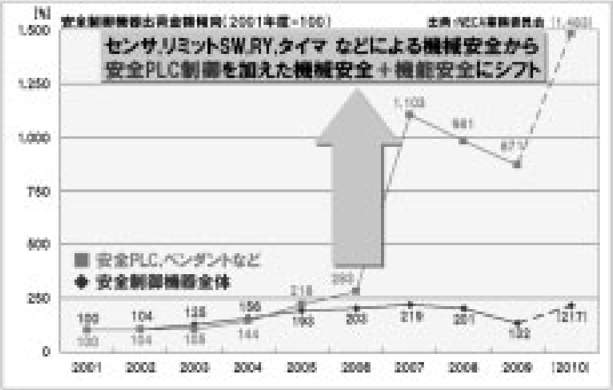


図２　安全規格対応機器の市場動向

3. 安全関連系エンジニアリングの動向

極論すれば、「安全でなければ止める機械安全」に比べて、「安全でなければ安全な状態へ制御する（最終的には止める）機能安全」は、「制御＝ソフトウェアと仕組み」という観点で、安全性、経済性、生産性の３つのメリットを、同時に享受できる。そこで、JEMA※2 Safety PLC-WGでは、安全PLCを始めとする機能安全の普及に努めており、2009年５月に、「機能安全認証の手引き※3」を発行した。また、この手引において、ISO 13849-１:2006のPL:Performance Level の説明が不足していたので、安全規格認証取得を合理化するための一助として、「安全PLCを用いた機械・設備の安全回路事例集」の作成を開始した。内容の詳細は、2011年４月の発行を待っていただきたい。さらに、「機械安全∈機能安全∈保守・保全∈RA∈労働安全」と言う視点で安全の機能分担を俯瞰し、安全関連系エンジニアリングのコストを大幅に削減するための技術と仕組みを、当部門のSafety Service Engineering（SSE）研究会で検討している。

最後に、この活動のゴールとして、「安全を突破口として世界をリードする日本のものづくり」を、業界の垣根を越えて目指して行く所存です。
関係各位のご理解とご協力を、切にお願い申し上げます。

※１：社団法人日本電気制御機器工業会
※２：社団法人日本電機工業会
※３：PDF形式で無償公開中（当該名称で検索）

解　説

海難審判裁決録DBを用いた海難事故対策の検討へ

独立行政法人　海上技術安全研究所　海洋リスク評価系
伊藤　博子

近年の安全に対する社会的関心の高まりを受けて、海事分野でも個別の重大事故に対する後追い型の対策から、想定しうる事故の未然防止という予防型の対策へと転換が求められている。海難、すなわち海上を航行する船舶の事故には、衝突、火災、転覆、沈没などがあるが、中でも衝突は件数が多く、二次災害として他の種類の事故への引き金ともなるため、その抑止は重要な課題である。そのため、過去の事例から将来のリスクを予測するための技術が必要とされている。

過去の海難の情報として、これまでもっとも系統的に蓄積されてきたものに『海難審判所（庁）裁決録』と呼ばれる審判の記録がある。海難審判は、明治期の海員審問の流れを受けて一世紀以上続く行政上の事故処理であり、経緯を調査して当該の海技者の処分を決めている。平成20年10月以降は、懲戒を海難審判所が、原因究明を運輸安全委員会が担当するが、それぞれが結果を公表しており、事故の経緯を知ることができる。日本近海で年間数千件と言われる海難のうち、平成20年までは年間800件程度が審判の対象となり、平成21年以降は年間1000件余りが調査対象となっている。

ところで、陸上の車輌事故と異なり、海難の場合には航跡などの物証が残されず、目撃者ばかりか目標物すらほとんどないこともある。状況把握は当事者からの聴取に依存する割合が高く、客観性や物理的正確性に欠けるとの指摘もある。また、記録も各事例につき数ページずつの文書であるため、従前の事例調査では読解作業の負担から多くの件数を扱うことが困難であった。

そこで、海上技術安全研究所では、国土交通省海事局と共同して、海難のリスク推定に有効なデータとして、これまでに蓄積された裁決録を活用するための取り組みを行ってきたので、ここで紹介する。まず、電子化にあたって、元の裁決録で用いられている『事件名』などの項目を活用してスキーマを作成し、データベース（DB）に格納した。衝突海難の場合、『事件名』の他、伊豆大島南東方などの『事件発生場所』、結論の意味合いを持つ『主文』、関連船舶数や各船舶の主要目、責任を負う海技者の資格等を項目とした。また、『事実の経過』には事の経緯を記した文章を、『原因』には認定された航法上の原因を記した文を格納した。次に、格納したデータから推定可能な特徴を属性情報として生成した。例えば、衝突等の事象を表現する一文を検出し、別途用意した灯台等の物標データと照合して位置を計算する手法を考案して衝突に至る両船の位置取りを推定するプログラムを作成した。平成19年までの約18年間の衝突全件（約7,000件）に適用したところ、約88%について航跡の緯度経度を自動推定できた。最近ではAIS（船舶自動識別装置）と呼ばれるGPSを用いた位置情報の発信装置が船舶に搭載されるなど技術的進歩もあって、調査報告に衝突場所の概位が併記されているが、記述文からの自動推定により航跡の特定や併記以前の資料の有効活用ができる。

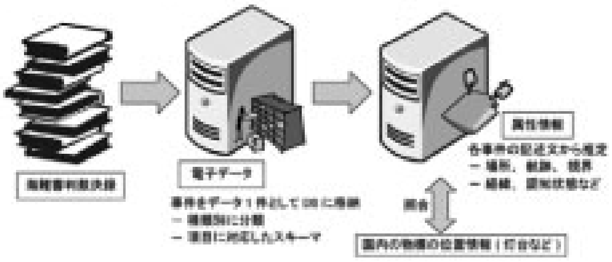


図１　海難審判裁決録のデータベース化の流れ

衝突に至る航跡を正確に得られるようになったことで、裁決録の活用の幅が急速に広まった。湾外など、これまでリスク推定に十分な数の事例を集め難かった海域についても、過去に遡って位置情報を指定した検索を行えば、一定数の事例を確保した上で議論が行えるようになった。事例検索の作業は容易であり、航跡は抽出データから海図上に自動描画できるので記述に見られる物理的な矛盾点についても確認しやすい。

図２は、房総半島南端の野島埼沖における約18年分の衝突海難の発生場所を表した例である。好視界時には商船と漁船が互いに横切る体勢で衝突する事例が多く、狭視界時には商船同士の正面衝突が多いことが判る。今後は、DBからの抽出情報の種類を拡充しつつ、このような海域に応じた事例分析やリスクの推定、そしてその結果にもとづく対策の議論を進めていきたい。

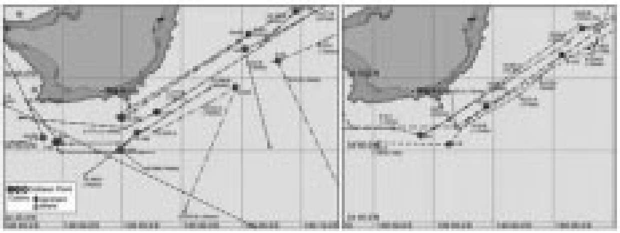


図２　房総沖の衝突海難（左：好視界、右：狭視界）

リレー投稿 33

ユーザーの視点から見た設計者によるリスクアセスメント

有限会社森山技術士事務所
森山　哲
博士（工学）　技術士（電気電子、総合技術監理部門）

機械設計者に大きな影響がある安全に関する国際規格の統合が昨年11月に行われた。それは安全に関わる最も基本的な国際規格であるA規格、ISO 12100-1:2003、ISO 14121-1:2007とISO12100-2:2003が統合され、ひとつのISO 12100:2010になったことである。新規格ISO 12100:2010の前文において技術的な変更なしに統合したと述べられているが、機械の設計者および機械の使用者、とりわけ設計者には影響のある統合であるので本稿はそのことから述べる。

今回の改訂は大雑把に言えば第1部、第2部から構成されていた旧ISO 12100の第1部が無くなり旧ISO 14121-1:2007リスクアセスメント—原則—と置き代わり、旧ISO 12100-2第2部：技術原則と合体してひとつの規格となったものである。この改訂が意味するところは、機械の安全の最初はリスクアセスメントであることを高らかに宣言し、設計のための基本概念は「リスクアセスメントから始めなさい」と教えてくれていることであるまいか。いまやリスクアセスメントは独立した安全のための手法ではなく、安全な機械を設計するために最初に実施するステップなのである。設計者はこのことを改めて認識していただきたい。また技術的な変更が無いとしているのはISO 14121-1:2007を基準にしているのであって、現行のJIS規格B9702:2000はISO 14121:1999に対応しているのであるからリスクアセスメントに関しては大きな違いがあることに留意しなければならない。

新規格ISO12100:2010の5章にてリスクアセスメントは

1）機械類の制限の決定
2）危険源の同定
3）リスク見積もり

から構成されるとし、さらに5.3節　機械類の制限の決定の書き出しは、「リスクアセスメントは機械の制限の決定から始める」と、機械類の制限の決定に大きな比重をおいていることに注目したい。これは機械の使用者がどのような使い方をするのかを良く吟味するように要求している。

この変更の概略は

1．使用の制限Use limits
　a）機械のモードと介入手順
　b）使用法（性別、年齢、利き手、身体能力の限界による）
　c）訓練、経験、能力の違いによる人の期待レベル
　d）熟練、訓練による危険源への暴露の大きさ
2．スペースの制限Space limits
　a）移動範囲
　b）スペースの要求（運転中、保守中）
　c）オペレータと機械とのインターフェース
　d）機械－動力のインターフェース
3．時間の制限Time limits
　a）機械の寿命
　b）推奨保守間隔
4．その他の制限Other limits（例）
　a）加工する材料の特性
　b）整理整頓、清浄度要求
　c）使用環境範囲、温度、湿度、屋内／屋外、日光

である。これらは事故（労働災害）の発生度合いに大きな影響があるにもかかわらず従来の設計者が実施するリスクアセスメントではともすると疎かになっていた部分である。実際に機械を使用するユーザーの立場からもこの変更を評価したい。

また今回の改訂で唯一の引用規格（引用することで規格の一部を構成する）となったIEC60204-1:2005（JIS B9960-1:2008）機械類の安全性—機械の電気装置—第1部：一般要求事項、では設計時に選択する安全に関わる主要な機能や操作方法、例えば非常停止時の制御停止（停止カテゴリ1）、動力断停止（停止カテゴリ0）、はリスクアセスメントを実施してどちらかを選択するように規定している。同様に機械安全の国際規格はリスクアセスメントにより複数のリスク低減方策のうちから最適な方策の選定を要求しているものもある。このようにリスクアセスメントは設計の段階から活用すべきものなので構想の段階からリスクアセスメントを実施して欲しい。

事故（労働災害に限定して考える）の原因はヒューマンエラーであるとの事故報告書をしばしば見かける。気をつけて機械を使用すれば事故は起きないのにもかかわらず事故が発生したのであるから作業者の緊張が不足していたことになる、よって原因は作業者にあるという論法である。だから事故原因はヒューマンエラーであるので安全教育を実施して安全確保を図りましたというような報告書である。ヒューマンエラーに起因する事故防止はユーザーには緊急かつ優先度の高い課題である。

先にあげた新規格ISO12100:2010ではリスクアセスメントの要素にヒューマンファクターを組み入れるように要求している。しかし設計者がヒューマンエラーに起因する危険源のリスクアセスメントを実施しようとしても具体的な情報や書籍が少ないのが実情である。ヒューマンエラー研究は100年以上の歴史があり、誤操作信頼性の研究、例えば人間がある操作を行う時に数字の読み取りや状態を認識してそれに対応する操作をする場合の過誤率は40年の研究[1]の歴史があるがヒューマンエラー研究と設計実務の隔たりは依然として大きいと痛感する。学会や研究会などでの発表者をみると大学教員のほかは原子力や発電、宇宙開発、航空会社、鉄道のような大きな組織の方々が多く、ユーザーやメーカーからの発表は少ない。

ヒューマンエラーのリスクアセスメントを実施するときの基本的な考え方は新規格ISO12100:2010にある。リスクの定義は図１に示すように危害のひどさと危害の発生確率の組合せであるからリスクアセスメントにヒューマンファクターを組み入れるときにはリスク評価の危険事象の発生確率に加味すればよい。

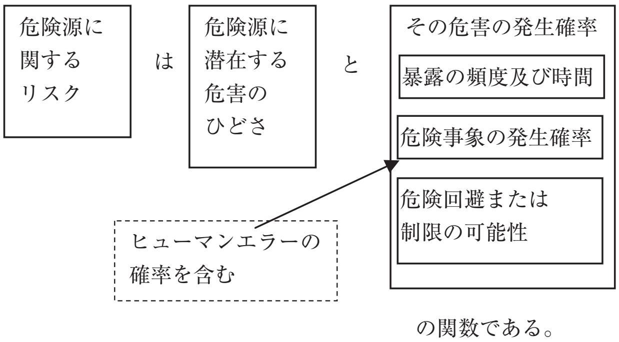


図１　リスクの要素

適度な緊張にあるときに人間がある操作を行う時に数字の読み取りや状態を認識してそれに対応する操作をする場合の10e-３から10e-４であり[1][2]、過度の緊張あるいは意識レベルが下がっているときには過誤率は悪くなる。従ってヒューマンエラーを定量化することはまず出来ない。その上ヒューマンエラーを起こす人にはエラーに気づきエラーを自分で修正する能力があるので解析は複雑になる。

ヒューマンエラーを生じさせるエルゴノミクス（人間工学的設計配慮）は、新規格ISO 12100:2010の主要10危険源（機械的危険源、電気的危険源、熱的危険源など）の一つである。現行のJIS規格B9702:2000の附属書Ａ（参考）危険源の一覧表では極めて簡潔に取り上げてあるエルゴノミクスが主要危険源の一つに取り上げられたことが人間―機械系の重要さを明示している。ヒューマンエラー防止を設計にて作り込むこと、エラープルーフになっているか、ユーザビリティが適切に考慮されているか（例えば視覚コーディング、アフォーダンス）もリスクアセスメントにおいてリスクの対象として考慮しなければならない。

ヒューマンエラーを厳密に定義しても（出来たとしても）その定義が現場で役に立つこと、事業主が理解し作業者に受け入れられることなくして事故（労働災害）は減少しない。

ヒューマンエラーの定義として現場で分かり易いのは「人であるがために起こしてしまうエラー」ではなかろうか。もちろん前提には次の３項目がある。

・機械、設備は故障していない。
・人は、知識、能力、意欲がある。
・機械と設備にはあるレベルの準備がされている。

この３番目のレベルを定めるのがユーザーのリスクアセスメントの現実の姿である。現場では作業者の練度と危険への感性によって現場の安全が保たれていると言っても過言ではない。すなわち使用されている機械や設備には危険源がたくさん残留しているが工学的な対応がなされていないのである。

なおリスクアセスメントに平行して適用法令への整合性を確認しなければならない。産業機械に適用される法律は労働安全衛生法と関連法令が主である。労働安全衛生法令の制定の経緯、その後の改訂の内容などをみると作業者の危害と健康を守るための基本的な要求事項が並んでいることがわかる。さらに所管省庁発行の指針がある。法令と指針はすべての産業機械に１対１での対応していないがリスクアセスメントを実施するときには法令と指針類への整合を評価しあるいはリスクアセスメント実施時の妥当性確認の基準とすることを強く推奨する。法的要求事項を満足させることは重要であり、かつ法律あるいは指針に成文化されている事柄は過去の尊い多くの犠牲と血によって書かれたものであると認識していただきたい。

リスクアセスメントの普及は大変喜ばしい。国内法では事業場（ユーザー）の努力義務に留まり設計者（メーカー）によるリスクアセスメントの実施はまだ十分ではない。今まで独立していたリスクアセスメントの規格ISO14121-１がISO12100に統合されたこの機に機械技術者諸兄は機械安全の教科書であるISO12100:2010を手元に置き活用されることを強くお奨めしたい。

次回は、中村テクノオフィスの中村敏彦技術士に執筆をお願いいたしました。

参考文献

１）米国原子力規制委員会報告書WASH 1400, 1975
２）米国原子力規制委員会報告書NUREG/CR-1278, 1983
３）ISO 12100:2010 Safety of machinery -- General principles for design -- Risk assessment and risk reduction機械の安全性―設計の一般原則―リスクアセスメント及びリスク軽減
４）ヒューマンファクター概論　原子力教科書　佐相邦英　オーム社　2009

リレー投稿 34

リスクに関する感性

東京農工大学　大学院技術経営研究科　技術リスクマネジメント専攻　教授
中村　昌允

1．安全工学に取り組んだきっかけ

私が安全工学に取り組んだ切掛けは、1991年６月に起きた蒸留塔の爆発事故でした。開発リーダーとして工場に導入したプロセスが、生産開始３ヵ月後に爆発し、２名の方が亡くなられました。吉田忠雄東大名誉教授をはじめとする多くの方々のご指導とご尽力により事故原因が調査され、再発防止策を講じることによって生産を再開することができ、その後は順調に運転できております。

事故原因は、脱色過程で微量副生していた有機過酸化物が、当日起きたpH計故障のために分解されないまま蒸留塔に供給され、蒸留塔運転停止過程で、局部的に高濃度に濃縮し熱爆発したと結論付けられました。(1) 課題は下記の３点です。

①爆発物質の存在を開発過程で見つけることができずに工業化した。

②pH計の故障に対する備えができていなかったために、約３時間プラントが酸性状態で運転された。有機過酸化物は中性からアルカリ性では分解するが、酸性状態では安定なため、分解されずに蒸留塔に供給された。

③蒸留塔の定常運転時は問題なかったが、運転停止過程で行われた「全還流操作＋焚上げ操作」によって、爆発物質が0.1%から40%以上に濃縮された。

事故２カ月後、過酸化物専門メーカーの指導で、爆発物質が有機過酸化物であることが判った。事故後、吉田教授より「化学プラントは、危ないものを注意して動かしているから安全が確保されている。過酸化物は化学物質の中でも特に危険性の高いものである。過酸化物を取り扱うにしては危機意識がない」と指摘されました。

私は、「結局は、『危ない』と思うかどうかであった。過酸化物を取り扱うには技術力が不足していた」と反省しています。

この事故は新規界面活性剤の工業化プラントで起きました。最も難しい技術課題は新規物質の反応制御と脱色でした。事故はその工程では起きず、単位操作の一つで大丈夫と思っていた蒸留塔で起きました。

生産上の課題として、pHが品質管理上の重要項目であるにも拘らず、pH計故障に対する備え「リスクアセスメント」ができていなかったことと、蒸留塔の運転停止操作の選定があげられます。蒸留塔の運転停止操作は現場からの改善提案ですが、これを採用する社内ルール「変更管理」が確立されていなかった。

さらに現場での不具合をトップに報告することができず、すべてを現場で解決しようとしたことも一因でした。

2．何が問われているか

私はいろいろな事故が起きるたびに、「この事故にはどんな背景や事情があったのだろうか」「そこにいた技術者はどう行動すれば、事故に至らずに済んだのであろうか」を考えてきました。

最近では、M化学鹿島工場事故、M工業タンク破裂事故をはじめとして多くの事故が起きておりますが、原因を調べていくと、①リスクアセスメントの不備　②変更管理の不備　が共通する課題として浮かび上がります。さらに③老朽化した設備維持管理不良が加わっております。

この対策として、社内マニュアルの整備強化、社内仕組みの整備が検討されていますが、根本には、実際に現場で判断し行動する技術者・管理者の意識、特に、その人達の持っている「危機意識」、すなわち「リスクに対する感性」の問題であると考えています。さらに、これらの技術者・管理者が決断し行動できるだけの権限が、経営から与えられているか、あるいはその報告体制ができているかの問題があります。

リスクアセスメントにおいて最も重要なことは、最初のステップである危険源を見つけ出すことですが、それには、危ないと思う「感性」が必要です。

人間は「危ない」と感じればそれに対する備えができますが、「危ない」と思わなければ、いくらシステムが整備されても、その入り口で止まってしまい、リスクア

セスメントが実行されません。

変更管理は、運転条件、設備、原材料、更には品質管理にも関わってきます。

集団食中毒事件の原因は、突発停電時にプラント内に滞留した牛乳を使用して製造した脱脂粉乳が基準以上の菌数であるのに、この前は問題がなかったので今度の大丈夫だろうと思って使用したことです。本来守るべき品質基準を緩和したことになります。(2) JCOの臨界事故は、作業者の提案を条件変更の手続きをせずに実施したことが原因です。(3) 不二家事件は、これまで牛乳の消費期限を過ぎて使用しても問題がなかったので、今回も使用したことから生じた問題です。

いずれも「ルールを守らなくとも、問題がなかったので大丈夫」と判断して、ルールを逸脱することが日常化されてきたこと、すなわち「基準逸脱の標準化」が原因になっております。

マニュアルやシステムを整備することは確かに重要ですが、分厚く記載されたマニュアルは結局のところ読まれません。いくらルールを決めても、当事者が必要と思わない限り実行されません。住友化学のCSRレポートに「ルールを守るために、そのルールが制定された背景や必要性をみんなで話し合うことにした」という記載がありますが、さすが安全実績の良い会社と感心します。(4)

最近は現場から技術や設備をよく知る人材が少なくなりました。「現場力が低下してくる中で、どのようにして安全を確保していくか」が、各企業が共通に抱えている課題になっております。技術やノウハウの継承ができていないことが共通の悩みとなっておりますが、安全で良い実績を上げている会社は、いずれもルール遵守に厳しい会社です。「ルールから外れることは、きちんと手続きを経て、ルールを改訂してから実施する」という原則を徹底する必要があると考えます。

3．リスクの対する感性

技術者・管理者のおかれている立場は、評論家とは根本的に異なっています。

技術者は問題があれば、その解決策の提示を求められ、その解決策は実行され、その結果が出て結果責任を問われます。

これまで「感性」が必要と述べてきましたが、「感性」は初めから身に付いているものではなく、痛い目に遭うなどのキャリアを積むことによって初めて身に付いてきます。それを補うのは、事故事例に対する研究と考えております。

実際の事例を取り上げ、自分がその当事者であったとしたら、どのように判断し行動するかを「仮想体験」することによって、キャリアを積んで得られる「勘」を早期に身につけることができると考えます。

そのような「仮想体験」に役立つ事例が報告されていることが極めて重要ですが、日本の事故報告書は、技術的内容は記載されるが、どのように判断し行動したかは、ほとんど記載されません。刑事罰との関係になりますが、過失と故意とを区別して、過失の場合は、「再発防止に役立つ原因を正直に述べた場合は免責」という配慮が必要であろうと思います。

日本学術会議は平成17年「事故調査体制の在り方に関する提言」をまとめております。そこでは「事故原因の究明のためには、技術的な面以外に、人間や組織の関与、つまりヒューマンファクターの解明が不可欠である。事故の真の原因を探り、再発防止の教訓を引き出すためには、事故当事者の証言をいかに的確に得るかが重要である。しかしながら証言者自らが法的責任を追及される恐れがあるときは、有効な証言を得にくいという問題が生じている。事故調査において、個人の責任追及を目的としないという立場を明確に確立することが重要であり、――」と記載されている。(5) 日本の事故調査体制が、一日も早く、このように整備されることを願っています。

4．最後に

事故を振り返って忘れることができないのは、「どんな会社も事故を乗り越えて今日がある」と励ましていただいたことです。科学技術なしに21世紀は成り立たない。科学技術に完璧はないが、私たちができることは、リスクを最大限少なくして、科学技術のもたらす危害を最小化することです。

（１）吉田忠雄、中村昌允、長谷川和俊：「有機過酸化物によるメタノール精留塔爆発事故」安全工学、35、p370～p378（1996）

（２）平成12年12月22日「雪印食中毒事故に関する原因調査結果報告」雪印乳業株式会社

（３）平成11年12月24日原子力安全委員会「ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告」

（４）住友化学株式会社「2007年CSRレポート」

（５）平成17年６月23日　日本学術会議「事故調査体制の在り方に関する提言」

リレー投稿 35

テキスタイルと丸編機

（株）福原精機製作所　ニット技術課
武内　俊次

1．はじめに

ショッピングセンターの服売り場で「織物は縦横に糸が交差し伸縮せず薄くてしっかりと…、ニットは曲がりくねった編目がつながって伸縮し…」と家族に自慢げに説明するが、感心してもらえるという予想に反して「そう!」と相槌のみである。それよりも「色は〜、形は〜」である。せいぜいからだに密着する衣類はどの程度伸びるかを気にする程度で、生地が織物かニットか、などはどうでもよさそうである。また昨今ブームの吸湿発熱素材にて各社「ヒート」の文字を用いた製品が好調であるが、これも各社の性能を比べることはない。

今回せっかくの機会なのでどの程度関心を持ってもらえるかわからないがテキスタイルの概要と専門の丸編機や編地について説明させていただく。

2．テキスタイルについて

テキスタイルとは布地や布地を作る過程を指し、大きく分けて図１のように４種類ある。
(以下の説明にて矢印後に身近な用途例を示す)。

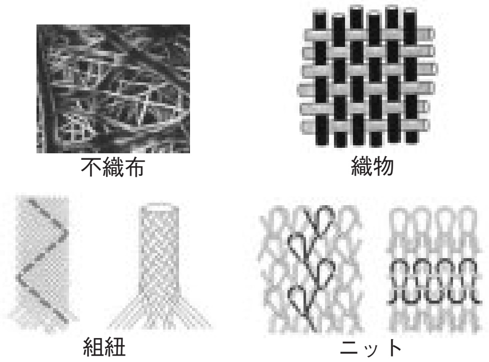


図１　テキスタイルの種類

①.「不織布」は繊維がお互いに絡み合って布地を構成する → 紙おむつ、マスク、フィルター
②.「織物」は経糸（たていと）と緯糸（よこいと）が交互に直行する → スーツ、ジーンズ、ハンカチ
③.「組紐」は複数の糸が連続で斜め円周上や平面に交差しながら織物状の布地を構成する → 靴ひも、ケーブルシールド材
④.「ニット」は糸が縦または横方向に編目を連続に作って布地を構成する → Tシャツ、ポロシャツ、セーター

ほとんどの衣服では織物またはニットが使われているが、衣服の付属品として不織布がパット類に、組紐はアクセサリーとしても使われる場合がある。織物とニットの区別は、縦横に伸縮すればニット、しなければ織物と区別できる。しかし最近では織物でもポリウレタン弾性糸を追加し伸縮するスラックスやジーンズなどがある。

3．繊維の種類と特徴

世の中には繊維といえばいろいろな種類があるがテキスタイルにおける繊維は大雑把に
①. 綿、ウール、麻、絹などの天然繊維
②. ナイロン、ポリエステル、アクリルなどの合成繊維
③. 天然素材を原料とするレーヨン、キュプラ、リヨセルなどの再生繊維
④. 合成繊維と再生繊維の中間的な、アセテートなどの半合成繊維

があり、①の天然繊維に対しそれ以外はひとまとめに化学繊維と呼ばれている。

天然繊維の直径は数十ミクロンで、綿、麻、ウールは一本の繊維が数10mmの長さで「短繊維」と呼ばれており、それを束ねて撚って一本の糸となる。図２に綿糸を使った一般的なTシャツの拡大と、図３にその糸の拡大を示す。

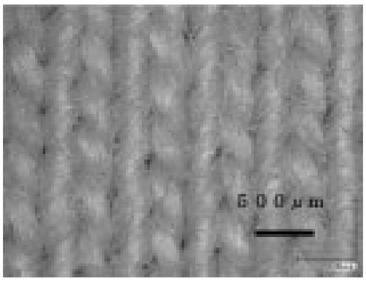


図２　Tシャツ拡大図

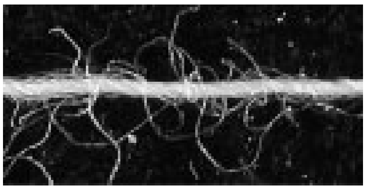


図３　糸拡大図

一方、絹は長さが約１kmと長く「長繊維」と呼ばれており、それを束ねて糸になる。化学繊維は人工的に繊維形状を作るので、目的に応じ単繊維と長繊維の両方を製造できる。天然繊維、再生繊維、半合成繊維は吸湿性・吸水性に優れ静電気が起きにくく、合成繊維はその逆であるが熱可塑性がある（合成繊維のビニロンは例外で高吸湿性である)。

化学繊維は一本の繊維の断面を工夫できるため繊維に様々な風合いや機能を付加することができる。例えば断面を絹と同じようにすることにより絹の風合いを出すことができる。そして例えば吸水性がないポリエステル100%で吸汗速乾を特徴としているウェアーが多く販売されているが、その原理は１本の繊維の断面が例えばW形状になっているため毛細管現象により肌の液状の汗を吸い取ることができる。また軽量保温を特徴としているウェアーは１本の繊維が例えば中空断面になっている。天然繊維と化学繊維はそれぞれの特長を生かすため混紡（異なる繊維を混ぜて撚り合わせる)、交撚（異なる糸同士をさらに撚り合わせる)、交編（異なる糸を交互に編み上げる）ことも一般的である。

余談だが、前述の衣料用繊維と風合も遜色がないにもかかわらず引っ張り強さや難燃性が非常に優れているも

のをスーパー繊維と呼び、アラミド、高強度ポリエチレン、PBO繊維がある。それらは消防服や危険現場作業服などに使用されている。

4．ニットと丸編機

図4に示すように、ニットには大きく分けて経編（たてあみ）と緯編（よこあみ）がある。経編は1本の糸が縦方向に編目を連続に形成し、緯編は一本の糸を横方向に編目を連続に形成する。さらに緯編は横編と丸編に分類される。横編は糸が布地の端で折り返し、丸編は糸がらせん状に移動し編目を形成する。

それぞれの特長は、

経編（Warp Knitting）は伸縮性が低い編地で、他にメッシュ、ネット、多層構造体が可能。

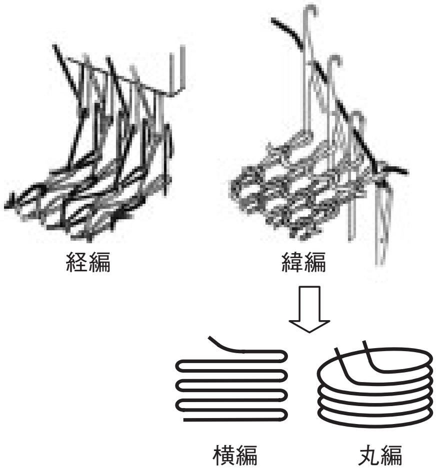


図4　ニットの分類

横編（Flat Knitting）は成形編み（身頃などの端の形状を編み機上で形作る）および最近は衣服一着を編みあげる技術も完成している。

丸編（Circular Knitting）は大量生産型。最近ではウルトラファインゲージ（超微細編目）が確立された。

製品例で区別すると、経編は水着、インナー。横編はセーター、カーディガン、手袋。丸編はTシャツ、ポロシャツ、ジャージーなどである。ただしお互いに可能な製品や縫製で混ぜ合わせた衣服も多々ある。

編機としてはそれぞれ経編機、横編機、丸編機がある。ストッキングと靴下も丸編であるがそれぞれ専用機となっており、専門外のため以下の説明からは省いている。

5．丸編機と編地の詳細

丸編は一般的にカット＆ソーン（カットソー）用の編地の生産が主である。カットソーとは筒状の編地を切り開き（開反）、そして型紙にあわせて裁断（カット）し、そして襟・裾・袖口などのパーツを縫製（ソー）し、衣服の形にすること、またはその製品を指す。カットソーは大量生産に向いているが襟・裾・袖口などのパーツをあらかじめ用意し管理する必要がある。実際には開反とカットの間に染色仕上げ加工があり、染色や風合い向上を行う。また必要に応じて透湿防水・抗菌・防汚・難燃・対紫外線・対洗濯性・形状安定性などの機能材を付加することもある。

丸編機はシングルニット編機とダブルニット編機に大別され、シングルニット編機は筒状のシリンダーに入っているシリンダー針と編目形成補助部品であるシンカーの組合せであり、ダブルニット編機はシリンダー針と上部円盤状のダイアルに入っているダイアル針の組合せである。

緯編に属する丸編機では、ニット、タック、ウェルト（ミス）という3種類の基本的な針動作と編目形状がある。ニットは最高位置まで針が上がり新しい編目を作る。タックは中途位置まで針が上がり編目は作らず新しい糸が古い編み目に引っかかった状態になる。ウェルトは上下運動せず糸もキャッチせず、新しい糸は古いループとはまったくかかわりを持たない。後述の代表的な編地ではこれら3種類を駆使する。

シングルニットで代表的な編地は、Tシャツの天竺編み、ポロシャツの鹿の子編み、特殊なシンカーを使用することによりタオル地のようなパイル編み、うろこ状の浮いた編目を有するフリース編みがある。昨今流行しているフリースはそのうろこ状の浮いた編目やパイル編みの浮いた編目を起毛（尖ったもので繊維を掻きだし）したものである。

ダブルニットの代表的な編地は、フライスとも呼ばれインナーで代表的なリブ編み、スムースとも呼ばれトレーニングウェアーやアウターに使われるインターロック、それを応用したポンチローマ、表側と裏側で糸や編み組織が異なるリバーシブル、リバーシブルで中綿を含んだキルティング（キルト）がある。

またシングルニットとダブルニットの両方において、編地の起伏や異なる風合い、または色柄によるジャガード編みがある。以上のすべての編み組織において、さらに編機稼働中に各種色糸を供給、休止をつかさどる糸切り替え装置というものを装備することによりボーダー柄を追加することができる。

6．最後に

テキスタイルという大枠の中で、繊維、糸、丸編機と編地について概略を説明させていただいた。ファッション性のみならず機能性も考慮し最適な衣服を少しでも楽しく購入できる助けになれば幸いである。またテキスタイルは衣服だけではなく産業資材でも使われ、例えばFRPは代表的な繊維の用途の一つである。異業種でもテキスタイルが開発の何らかのヒントになれば幸いである。

最後に奇妙な話で終わるのは申し訳ないが、この場を借りて申し上げたい。

生産条件により編地には縦方向や横方向に、「癖」が出る場合がある。編機の精度を上げ、周辺機器や使用する糸の品質のばらつきを極力なくすことによりその癖は無くなる方向になる。そして企業努力として部品製造技術の向上、組み立て精度向上を図るように要望され、対策を講じている。しかしながらこの「癖」は編地の性能には影響せず、また編地を光に透かし、もしくは反射させあらゆる光の方向から精査してようやく存在がわかる程度のものである。よって実際の消費者が衣服の購入時に編地をそのような作業で吟味している姿をいまだに見たことがない。当然ながら衣服全体のスタイルや色合いで判断し購入するのがほとんどである。こだわる人でもせいぜい肌触り、柔らかさ、伸縮性、素材を確かめるまでであろう。以上のよう編機製造業と編地製造現場および消費者には品質のギャップがある。この現象は織物業界でも同様らしい。機械製造業なので機械的品質向上に常に努力すべきであるが、不必要な労力もあるのではと、そしてこの労力をぜひとも製造・消費者の両者に利益になるほうへ向けるべきではないかと疑問に思うことがあるが如何でしょうか。

次回の執筆は大阪大学　篠原一光先生にバトンタッチいたします。

産業・化学機械と安全部門　研究発表講演会2010　実施報告

2010年11月26日（金）、東京工業大学大岡山キャンパス手島記念会議室L＆Sにおいて、産業・化学機械と安全部門の2010年度研究発表講演会を開催した。本研究発表講演会は、学術的な活動を通じ、関連する産業機械分野及び化学機械分野における課題と最新技術等に関する情報の共有化を図ることを目的に毎年開催している。

本研究発表講演会は午前に「オーガナイズドセッション（以下OS）１：Safety Service Engineering（SSE）」として４件の講演を行い、午後は我が国セーフティーエンジニアリングの第一人者として活躍される技術士　松本俊次先生をお招きし、「米国の法・規格に学ぶ　機械安全のためのサービスのあり方」と題した基調講演を頂いた。続いて「OS２：リスクアセスメントとリスク低減」として８件の講演を行った。講演会は全セッションを通じ、訪れた約22名の聴講者による活発な質疑応答が行われ、会場は終始熱気に包まれた。

本講演会は産業機械の開発一般に関する講演も受け付けているが、３回目となる今回は安全に関するOSによって占められたことから、産業機械業界における安全技術・情報に対する関心の高まりが伺える。また、このうちOS１は、当該部門において2010年度に研究会を立ち上げたSSEに関するもので、新しい学術分野として注目を集めた。

本講演会はまだ第３回目の開催であり、知名度は未だ低い。今後なお一層、本講演会の存在を産業機械業界へ広めるための取り組みを推進することが重要である。運営上至らぬ点が多かったが、次回も皆様のご参加、ご協力をお願いする。

講演会プログラム

オーガナイズドセッション１：Safety Service Engineering（SSE）（10：30～11：55）

セッション	講演者　演題
OS１-１	Safety Service Engineering（SSE）の提案と事例検証 加部隆史（NPO安全工学研究所）
OS１-２	安全とライフサイクルの最適化―ユーザーの求める仕様書のあり方― 岡村隆一（NPO安全工学研究所）
OS１-３	顧客満足に合致する安全関連信号の処理方法の提案 小林裕一（NPO安全工学研究所）、 加部隆史（NPO安全工学研究所）
OS１-４	品質としての「安全」とは区別すべき安全性の妥当性確認について 中村瑞穂（職業能力開発総合大学校東京校）、 杉本 旭（明治大）

基調講演：（13：00～14：00）

セッション	講演者　演題
―	米国の法・規格に学ぶ　機械安全のためのサービスのあり方 松本俊次（松本技術士事務所）

オーガナイズドセッション2：リスクアセスメントとリスク低減（14：05～17：00）

セッション	講演者　演題
OS２-１	パワーリードスイッチに関する安全技術の国際標準化と安全装置への適用事例 濱田健次郎（安川コントロール株式会社）
OS２-２	閉じ込め防止を目的とするホームエレベーター開発と安全性　―第二報― 堀田耕作（長岡技大）、福田隆文（長岡技大）
OS２-３	食品超高圧処理装置の安全性評価 今井達郎（長岡技大）、福田隆文（長岡技大）、 平尾裕司（長岡技大）
OS２-４	リレーショナル化学災害データベース（RISCAD）と機械設備事故事例（III） 和田祐典（産総研・安全科学）、加藤勝美（福岡大・工学部）、阿部祥子（産総研・安全科学）、尾和ハイズィック香吏（産総研・安全科学）、内村紗希（産総研・安全科学）、石川佳代（産総研・安全科学）中島農夫男（産総研・安全科学）、松倉邦夫（産総研・安全科学）、若倉正英（産総研・安全科学）、和田有司（産総研・安全科学）
OS２-５	IT技術を活用した支援的保護装置の提案 福田隆文（長岡技大）、外山久雄（日本認証）、清水尚憲（安衛研）、大塚裕（オムロン）、越俊樹（山武）、岡田和也（IDEC株式会社）中坊嘉宏（産総研）、古川裕明（SUNX）、飯塚聡（エスアイアイ移動通信）、佐々木幹夫（日機連）
OS２-６	危険事象の相遷移に対処する制御に基づくリスク低減 田中慎也（明治大）、杉本旭（明治大）
OS２-７	欧州EMC指令（2004/108/EC）とその対応方法について 藤田将太郎（(株) コスモス・コーポレイション）、長谷川浩平（(株) コスモス・コーポレイション）
OS２-８	大学で行なう災害分析の演習 鈴木雄二（横浜国立大学）、笠井尚哉（横浜国立大学）

10-51講習会「食品製造設備の安全設計による競争力強化の課題」

主催：社団法人日本機械学会 産業化学機械と安全部門
協賛：安全工学会、安全工学研究所、エンジニアリング振興協会、化学工学会、軟包装衛生協議会、日本機械工業連合会、日本金属プレス工業協会、日本高圧力技術協会、日本工作機械工業会、日本食品衛生協会、日本食品機械工業会、日本信頼性学会、日本製パン製菓機械工業会、日本非破壊検査協会、日本プラントメンテナンス協会、日本包装技術協会、農業機械学会、腐食防食協会
開催日：2010年６月18日（金）9：30～17：00
会場：社団法人日本機械学会 会議室
趣旨：安全とは企業の競争力の原動力である。食に対する安心と安全が求められる今日、食の安全性は最重要課題となってきた。食品製造設備には機械安全と衛生安全の両方が同時に求められる。だがその両者は互いに反する場合も少なくない。食の安全を確保するには、この２つの安全性をどの様に調和させ、どの様な設計思想が求められるのか。今回の講習会では食品製造設備の安全設計に関わる考え方についての講義を行った。

講演の主旨

開会の挨拶（運営委員 佐田）

食の安全はそれを作る機械の安全によって支えられているが、食品機械の安全性は機械安全と衛生安全の２面から考えなければならない。本日は食品メーカー、機械メーカーの立場から、衛生安全などについての講義をして頂く。

１.「食品メーカーから見た食品製造設備の衛生安全とその課題」

山崎製パン株式会社 鷲巣恵一

製パン業界は粉が舞う環境であり、ライン停止は品質に直接影響する。労働災害は、トラブル、清掃、調整の時に発生

しやすい。設備保全に力を入れて来た結果、トラブルが半減した。機械メーカーには残留リスクを明明確に言って貰いたい。残留リスクは許容できるレベルまで下げなければならないが、そのレベルは時代と共に変化している。

食品機械は食品衛生のリスクアセスメントが重要である。だが現実には機械安全と衛生安全の両立が難しく、過剰な安全装置は作業性の低下やライン停止による品質低下を招き兼ねない。

製パン機械の中には永年使われている古い設備も少なくない。PLの観点から言えば、食品機械は売った後が商売である。設備のライフサイクルを考えてほしい事と、古い機械であっても安全性の上での改善を考えて欲しいと思う。

2.「機械メーカーから見た食品製造設備の衛生安全性の考え方」

岩井機械工業株式会社 森江康雄

法体系で言えば食品衛生は憲法第25条に基づいて食品衛生法が作られ、乳等省令などが出されている。国際的な基準としてコーデックスがあり、サニタリ設備の基準として米国の3A、欧州のEHEDGがある。

サニタリ設備には金属、ゴム、プラスチックが材料として用いられているが、生産時のみではなく、洗浄時の酸・アルカリなどの薬剤耐性も考慮して選ばなければならない。中でも材質に影響を与えやすいのは塩素である。特にパッキンに用いられるゴム材では、殺菌剤脱臭剤として用いられる次亜による劣化がある。また着香強度はパッキン材料の特性に影響されるので材料特性を考慮して選定することが必要である。寿命1年のパッキンなら2、3年の耐久試験も必要である。サニタリ設備は、洗浄・殺菌性が良い事が求められる。熱交換器を例にしても焦げつきにくく洗浄しやすい形状へと改善され、近年はプレート式からチューブ式へと移行している。またCIPに関しては、エネルギーコストの低減も必要であり、この点からの改善も進めている。

3.「食品機械の安全性確保に向けた取扱説明書と表示のあり方」

日本食品機械工業会 大村宏之

食品機械は機械安全と衛生安全の2つの安全性が求められる。その設計に当っては、RBA（Risk Based Approach）の手法、すなわち機械の制限、危険源の同定、リスクの評価を行い、残留リスクが許容可能なレベルまで低減しなければならない。残留リスクの低減活動に際しては、必要であればその機械の利用者、用途などの機械の制限も見直す必要がある。機械に添付されている取扱説明書には、その機械の利用に際しての注意事項が記載されている。ここに記載される内容は、設計時のRBAの結果である残った残留リスクとリンクしなければならない。すなわち、その残留リスクのレベルに応じて、危険、警告、注意として記載する事が必要である。また機械設備に貼るラベルに記載するシグナルワードも、取扱説明書とリンクしたものでなければならない。

4.「食品工場における食品防衛はいかに考えるべきか」

元味の素エンジニアリング株式会社 佐田守弘

食品メーカーでは食の安全性を補償する仕組みとしてHACCP、トレーサビリティなどを導入して来た。だがこれらの仕組みは性善説によって補償されている仕組みである。冷凍餃子事件は食の安全を根本から覆す事件であった。この様な悪意による食品テロは、従来の食品安全ではなく食品防衛として考えなければならない。

米国のバイオテロ防止法をそのまま日本に持ち込むのは難しい。日本には日本なりの食品防衛のあり方を考えなければならない。破壊行為の多くは怨恨による事が多い。社内外からの怨恨を生じない施策、有害物を混入されない体制など、金を掛けずにできる事は多数ある。そして防衛対策を講じている事を示す事も大切である。

だが組織的なテロを完全に防ぐ事は難しい。食品防衛もRBAに基づいてどこから実施するかを考える事が重要である。

トワイライトセミナー

第19回トワイライトセミナー
プラント・ライフサイクル・エンジニアリングにおける
CAE技術の活用状況
講　師：千代田アドバンスト・ソリューションズ株式会社
小木曽良治 氏
開催日：2010年7月21日（水）18：30～20：00
会　場：産業技術総合研究所　秋葉原事業所

プロセス開発からプラントの設計、運転、保全、さらにはその廃棄までを対象としたプラント・ライフサイクル・エンジニアリング（Plant Lifecycle Engineering, PLE）において、近年高度なComputer Aided Engineering（CAE）技術が求められる場面が増えている。このCAEとはコンピュータ技術を活用して設計や製造支援を行うことで、実験困難な事象のデータ補完や理論構築にも役立つ技術である。特に講演では海外のLNG製造プラントでは、プラントの大型化、高度化、複雑化が急速に進み、設計段階でその設備性能や安全性評価を行うためには、これまでの設計技術に加え、高度なCAE技術の利用が必須となっていることから、このCAE技術の重要性について説明された。また国内においての例として、プラントとオペレータの高齢化、環境・省エネルギー等への意識の高まりに伴い、設備の健全性診断や改造案検討ツールとしてCAE技術が活用されていることについても説明があり、プラント・ライフサイクル全般にわたるCAE技術の特徴や効果、また実際の利用状況について事例を交えて紹介されていた。

化学プラントの運転・保全について特に安定・安全操業の実現に向けての様々な取り組み、ダイナミックシミュレーションの役割等についての講演会であった。プラントの爆発をシミュレーション結果と実際の爆破実験の映像は圧巻であり、シミュレーションの精度の高さに感心させられた。講演会は化学工学系の大学生の参加者もあり、活発にディスカッションも行われ、盛況のうちに終わった。（参加者16名）

第20回トワイライトセミナー
プラントの保安力向上のための人材育成および
データベースを含むツール開発の現状

講　師：株式会社　ベストマテリア　木原重光氏
開催日：2010年9月15日（水）18：30～20：00
会　場：産業技術総合研究所　秋葉原事業所

日本において様々な分野で規制緩和が行われている。化学プラントに限らず、様々なプラントの保全も自主保全化が進んでいる。設備の高経年化が進む中で、安全・安心と保全コストの低減を両立させるために、欧米で行われているリスクベースメンテナンス（RBM）の導入および維持基準への対応が必要となっている。これらには、余寿命およびリスクの評価が不可欠であり、評価のためのツールと評価する人材の確保が重要となる。講演では、評価ツールとして（社）日本高圧力技術協会基準（HPIS）のRBMガイドおよびハンドブックを中心に、RBMの基礎から応用までの説明があった。また、有望な評価人材を確保するための、同協会のリスクマネージャー認定制度、「設備等のリスクマネジネント技術者評価試験」、「圧力設備診断技術者」についても紹介および説明があった。さらに、評価に必要な各種データベースの国内外の開発状況についても述べられた。

講演会会場の様子

現在RBMは様々な分野で行われ、安全だけでなく、効率的なプラントの運転・保全をする上で必要不可欠な解析・評価技術と認識できる講演会であった。さらに、質問も多岐にわたり時間を超過するほど活発にディスカッションも行われ、盛況のうちに終わった。（参加者16名）

講師の木原氏

第21回トワイライトセミナー
宇宙開発設備の信頼性を向上させる
リスクベースメンテナンスの導入
講　師：宇宙航空研究開発機構　安全・信頼性推進部
関田隆一氏
開催日：2010年11月10日（水）18：30～20：00
会　場：産業技術総合研究所　秋葉原事業所

宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」）では、鹿児島県種子島にロケットの打ち上げに用いる大規模かつ、複雑な射場設備を所有・管理していることは知られているが、その他に振動試験を行う小規模な試験設備から、ロケットエンジン燃焼試験を行う大規模な試験設備に加えて、発電所、受変電設備といった一般的な施設・設備なども数多く運用・管理している。これらの設備に対して、JAXAでは従来から法定点検に加えて、試験や打上げを確実に実行するための自主点検を合わせて毎年の設備保全を実行してきた。しかし、最近では老朽化（現在の種子島射場設備は25年を経過）の影響を受けて、保全後にも関わらず不具合を持ち越す傾向が少なからず存在する。さらに、宇宙開発の分野にも経費節減の観点から保全管理の効率化のニーズは高まっているため、この持ち越す不具合を減少させ設備の信頼性を向上させる目的でリスクベースメンテナンス（以下「RBM」）を導入すべく、その有効性と実現性を検証する調査・研究を平成19年度から講師の関田氏を中心に実行している。

講師の関田隆一氏

この講演では宇宙開発設備の現状と保全へリスクに基づく考え方を導入する調査・研究に至った経緯から説明があり、ロケット射点の高圧ガス貯蔵供給設備および大樹航空宇宙実験場電波送受信設備を対象に定性的／定量的リスク評価を試行した内容と成果ならびに今後の課題についてお話があった。化学・原子力プラントなどに用いられているRBIの評価手法を参考に射場設備への適応から開始したが、この射場設備は常時運用されている訳ではないため修正が必要となり、高圧ガス設備および電話設備での事例を踏まえ修正を加えたRBIを適用したところ良好な結果となっていた。また、種子島以外でも、大樹航空宇宙実験上の電波設備に関しても施行された例についてお話があった。宇宙開発分野において、あまり表には出てこないが必要不可欠な安全、保全についてのご講演であり、質問内容も多岐にわたり大変盛況な講演会であった。（参加者23名）

講演会会場の様子

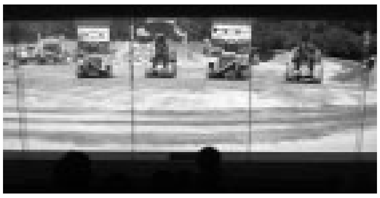
機械の日

コマツ テクノセンタ見学会「はたらく乗り物に会いに行こう！」
開催日：2010年８月６日（金）13：00～15：00
会場：コマツ テクノセンタ（静岡県伊豆市）
参加人数：子供４名と保護者４名の合計８名

「はたらく乗り物に会いに行こう！」をテーマに、コマツテクノセンタでの建設機械のデモと展示、日本機械学会「機械遺産第18号」の1943（昭和18）年製ブルドーザーG40の見学会を開催しました。

冷房のきいた屋内観覧スタンドから、ガラスの向こうに次々登場する建設機械のデモを見た後、屋外に展示された建設機械に触ったり乗ったり、身長の２倍もの直径のタイヤの前で写真を撮ったりしました。

全員での記念写真は、テクノセンタ内に展示されている小松１型均土機G40の前で撮影しました。このブルドーザーは戦争中の67年前に作られフィリピンで稼働し、終戦後米軍に海中に投棄されたのちに引き揚げられ、1979（昭和54）年にオーストラリアの農場で使用されているところを発見され日本に帰還、2007年に日本機械学会「機械遺産」に認定されました。



観覧スタンドや屋外の展示場では、お子さんからお母さんまで参加者全員からするどい質問がでて、あわててカタログを取りに行って答える一幕もありました。

皆さんにとって、普段は見ることもできない大きな機械が動く姿を見ることができる有意義な一日だったと思います。
（大川幸男、コマツ）

2010年度市民フォーラム

市民フォーラム 「食の安全・安心に関わる機械技術」
（産業・化学機械と安全部門企画）
開催日　　2010年９月５日（日）13：30〜16：00
会場　　名古屋工業大学（名古屋市）２号館３階第30室

年次大会の一環として当部門が主催する市民フォーラムを開催した。猛暑が続く中、14名の参加者を迎え、乳業の安全と衛生に関する２題の講演とその後の盛況な質疑応答を持ってフォーラムを無事終了する事ができた。

フォーラム開催に先立って司会より社団法人日本機械学会の紹介と当学会が食の安全に対する取り組みを行っている意義についての説明を行った。次いで以下の２名の講師より食の安全に関わる技術に関しての講義を頂いた。

講演１「ミルク生産現場における安全確保のための機械技術」
講師：後藤　裕（(独）農研機構）

講演の冒頭で講師より日本における酪農の状況についての説明があり、この中で搾乳における衛生に係わる課題の説明が行われた。

日本での乳牛はつなぎ飼い方式で飼育されているが、従来は酪農家が重い搾乳器を担いで乳牛を回りながら搾乳を行っていた。同機構では搾乳ユニット自動搬送装置を開発した。これによって搾乳における労力の軽減が計られ、乳牛の衛生管理と個体観察のゆとりができた。

同システムには搾乳前の乳牛の乳房を自動洗浄する機構も組み込まれており、搾乳における衛生管理にも寄与している。また併せて搾乳データの自動採取と給餌量の自動計算も行える様になり、乳牛の健康管理にも役立っているとの事であった。

講演２「安全な食品を家庭に届けるまで」
講師：渡辺信吾　（よつ葉乳業（株）品質保証部）

講演に先立って講師からはよつ葉乳業の沿革と食品衛生に関する紹介があり、次いで酪農場から運び込まれた生乳を処理する一連の設備についての設備とその機能についての説明が行われた。

生乳は冷却状態で一時保存された後、クラリファイアと呼ばれる遠心機で異物などが除去され、次いで殺菌処理が行われる。殺菌機にはプレート式とチューブラ式があるが設置面積の関係でプレート式が主流であるとの事。殺菌乳はその後ホモジナイザで均一化処理が行われ、容器に充填されて製品となる。

これらの一連の乳業プロセスにおける衛生安全を守る仕組みとして、HACCPシステムが採用されている。同社におけるHACCPのポイントと、これを運用して行くための人材育成が重要であるとの説明がなされた。

質疑応答

２題の講演の後、参加者からミルクに関する日頃疑問に思っている様々な事についての質問がなされ、２名の講師から質問への回答がなされた。質問は参加者のほぼ全員から１つないし２つ出され、予定時間を20分程超過したが、盛況裏に今回の市民フォーラムを終了した。
報告：佐田守弘（司会担当）

会員の声

「化学工学的視点を機械工学へ」
金沢大学理工研究域機械工学系　児玉昭雄

化学工学を専門とする者が本学会に入会し部門を選ぼうとするとき、最初に目に入るのは、当然「化学機械」。それが化学工学の古い（伝統的な）呼び方であるからである。この他、環境工学、熱工学、バイオエンジニアリングが候補となろう。しかし、当部門の「化学機械」は化学工学の全体を網羅するものではない…ということに後で気付く。私のように化学工学に主軸を置く者には、誤解し易い部門名である。

さて、あるWeb百科事典によると、「化学工学（化学機械）は、実験室における化学と、工業プラントにおける機械工学の橋渡しをする学問である」と説明されている。この説明が十分かどうかはさておき、化学を起点に考えると、ほぼ全ての化学技術を実社会に結びつけるために必要となる学問領域であることに間違いはない。それでは機械工学分野ではどうだろうか。化学工学は、環境やエネルギーといった一部の機械工学分野と強い関わりを持つものの全ての機械技術が必要とするわけではなく、言わばマイナーな存在である。しかし、機械要素をシステム化し調和させるには、システム全体を見渡す“化学工学的な視点・考え方”が不可欠ではないだろうか。それぞれのモノ作りは素晴らしいが、システム化した際に全体のバランスが崩れると安全を脅かすことになりかねない。つまり、化学工学は、機械要素をシステム化して調和を図り、安全を保つための学問でもある。なぜ、産業・化学機械と「安全」なのか、私なりの解釈である。

「空調の更なる省エネ実現のために」
大阪ガス株式会社　岸本　章

私は、2010年度より本部門の支部代議員を拝命したばかりの「新人」です。どうぞ宜しくお願い申し上げます。

私は十五年程度、ビル空調の省エネに関係する技術開発に携わってまいりました。省エネという言葉が認知されて久しいですが、社会生活を維持する上で必要とするエネルギーを制することは、持続可能性を有する社会実現のために不可欠であります。

空調の省エネは、①熱源機（冷房のときには冷熱を、暖房のときには温熱を発生する機械。室外機のこと。）の効率向上、②補機動力（例えば、冷風や温風を吹き出すファンなど）の効率向上、③空調制御の高性能化（冷房や暖房がさほど必要でないときには、出力をかしこく制御する技術)、などのシステム側での技術開発が進むことで実現されてきました。

今後の空調システムの研究開発は、上述のシステムの効率向上だけでなく、太陽エネルギーなどの自然エネルギーとの融合や複数のビルや地域毎でエネルギーを融通しあう面的ネットワークなどが益々重視される方向にあります。これらの研究開発の実用化は技術面のみならず運用面でもクリアすべきハードルが高くなります。

これらをブレークスルーするには、本部門会のように産学官の密な連携が必須です。これからもこのような部門会を通して会員各位との情報交換を大切にし、安全、快適、省エネを実現する技術開発に微力ながら尽力していきたいと思います。

産業・化学機械と安全部門のポリシーステートメント

当部門は機械学会の中でも、とりわけ横断的色彩が濃い部門である。対象は、建設機械、農業機械、食品（加工）機械など、多くの産業機械関連分野、そして、化学装置、化学プラント等、化学品製造に関わる化学機械関連分野である。当部門はこの特長を生かし、多種多様な関連産業に共通する課題を見いだし、情報の共有化、情報の発信をしていくことを使命と考えている。これら産業が成熟の域に達してきた昨今、「安全性の向上」はどの産業分野においても最重要課題であり、多く課題を共有することが可能である。本部門が対象とする「安全」は、生産工場の労働安全はもちろんのこと、製品の様々な危険性から市民の安全の確保まで、「安全」全般を対象とし、ハード・ソフトの両面から取り組むこととしている。しかしながら、「安全」に対する考え方、とらえ方は各分野で異なっていることはもちろん、分野によっては大きな温度差が存在している。様々な機械分野が個別に取り組んでいる「安全性の向上」を集約して議論し、各々がさらに安全性を深めていくことは、機械産業にとって極めて重要なことであり、これこそが当部門が中心になって推進すべき課題であると考えている。このような考えに立ち、2002年に当部門は名称を「産業・化学機械部門」から「産業・化学機械と安全部門」に変更して新発足をした。安全に関わるソフト面、すなわち、システムの安全からライフサイクル安全はもとより、防災、リスクアセスメント、環境保全、安全衛生（労働・衛生）、コンプライアンス（法令遵守）、標準化、第３者認証、等々、広い範囲をカバーし得るよう強化し、会員のニーズにあったサービスを提供していく予定である。また、安全に深く関わる他部門との連携を強化し、当部門の特長を生かした活動を展開していく計画である。

第89期（2011年度）会告一覧

2011年度の当部門主催の企画が下記の通り決まりましたのでお知らせいたします。なお、企画への参加申し込み、並びに、詳細内容については部門ホームページ（http://www.jsme.or.jp/icm）をご覧下さい。年次大会関連の行事詳細は機械学会ホームページの年次大会欄をご覧下さい。

６月15日：講習会「Safety Service Engineering によるグローバルな企業競争力の強化」―ライフサイクルにおける安全、環境、品質、生産性―（会場：仏教伝道センタービル　会議室）
９月11日～15日：日本機械学会年次大会（会場：東京工業大学）
９月：機械学会年次大会　オーガナイズドセッション「機械のリスクアセスメントとリスク低減」（会場：東京工業大学）
９月：機械学会年次大会　オーガナイズドセッション「機械・設備の安全化」（会場：東京工業大学）

この他の新企画も進展に併せ逐次部門ホームページにてご案内いたします。当部門企画行事へのご参加をお待ちしております。

部門賞・部門表彰募集のお願い

日本機械学会産業・化学機械と安全部門では、次の部門受賞者を募集しております。これらの賞は、当部門に対する功績やこの分野における業績に対して、部門として表彰を行うものです。多数のご推薦をお待ちしております。

募集する部門賞

１．産業・化学機械と安全部門功績賞
研究、教育、交流を通じて当部門の発展に顕著な業績をあげた者に対して贈与する。

２．産業・化学機械と安全部門業績賞
当部門の分野における顕著な研究業績を、技術開発、技術改良など工学上、並びに、工業上の発展に貢献した研究者もしくは技術者に贈与する。

３．部門表彰
当部門主宰の講演会等の企画で業績をあげた者に贈与する。部門表彰には論文、技術、貢献表彰がある。

推薦の方法

推薦理由書に添えて下記の産業・化学機械と安全部門長宛てにお申し込みください。ただし、受賞候補者は原則として日本機械学会会員とします。

送付先：

〒160-0016
東京都新宿区信濃町35番地　信濃町煉瓦館５階
日本機械学会気付　産業・化学機械と安全部門長宛て

推薦の期限

2011年度受賞候補者の原稿締切りは2012年１月31日（火）までとします。

2010年度部門賞・部門表彰受賞者

功績賞　和田　有司氏（独立行政法人産業技術総合研究所）
論文賞　今井　達郎、福田　隆文、平尾　裕司（長岡技術科学大学）

日本機械学会　産業・化学機械と安全部門
〒160-0016　東京都新宿区信濃町35番地　信濃町煉瓦館５階
電話（03）5360-3500
FAX（03）5360-3508
部門ホームページhttp://www.jsme.or.jp/icm/

発　行　日　2011年４月１日
発行責任者　加部　隆史
編集委員　三友　信夫